

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-91517

(P2001-91517A)

(43) 公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

| (51) Int. CL ⁷ | 識別記号 | FI | テロ-リ ⁷ (参考) |
|---------------------------|------|---------------|------------------------|
| G 0 1 N 33/92 | | G 0 1 N 33/92 | Z 2 G 0 4 5 |
| C 0 7 K 14/47 | | C 0 7 K 14/47 | 4 B 0 2 4 |
| 14/745 | | 14/745 | 4 B 0 6 4 |
| 16/36 | | 16/36 | 4 H 0 4 5 |
| C 1 2 N 15/08 | | G 0 1 N 33/63 | D |

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-12210(P2000-12210)

(22) 出願日 平成12年1月20日(2000.1.20)

(31) 優先権主張番号 特願平11-207913

(32) 優先日 平成11年7月22日(1999.7.22)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000141875

株式会社いかがく

京都府京都市伏見区羽東師古川町328番地

(72) 発明者 内田 孝央

京都府京都市伏見区羽東師古川町328番地

株式会社いかがく内

(72) 発明者 真柴 新一

京都府京都市伏見区羽東師古川町328番地

株式会社いかがく内

(74) 代理人 100096318

弁理士 福島 三雄 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 血液中の低比重リポ蛋白 (LDL) もしくは変性低比重リポ蛋白の検出方法

(57) 【要約】

【課題】 動脈硬化症やアルツハイマー病の発症・進展と深く関わる、LDLおよび変性LDL（特に酸化LDL）の新規な検出方法を提供する。

【解決手段】 変性低比重リポ蛋白（特に酸化LDL）

と、急性相反応物質、血液凝固・線溶系関連蛋白、もしくはマクロファージが産生する殺菌物質との複合体を測定対象にする。

(2) 特開2001-91517

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 低比重リポ蛋白（LDL）、またはLDLが酸化変性されてなる変性低比重リポ蛋白（変性LDL：酸化LDLを含む）と、

急性相反応物質、血液凝固・根柢系関連蛋白、もしくはマクロファージが産生する殺菌物質との複合体を測定対象とする血液中のLDLおよび変性LDLの検出方法。

【請求項2】 α 1-アンチトリプシン、フィブリノーゲン、フィブロンectin、リポ蛋白（a）、C-reactive protein（CRP）、Serum amyloid A（SAA）、Serum amyloid P component（SAP）、 α 2-マクログロブリン、 α 1-アンチキモトリプシン、 α 1-アンチトリプシン、補体成分などの急性相反応物質と、LDLもしくは変性LDLとの複合体を測定対象とする請求項1に記載のLDLもしくは変性LDLの検出方法。

【請求項3】 組織因子、プラスミノーゲン、プロトロンビン、トロンビン、アンチトロンビン3、プラスミンアクチベーターインヒビター1などの凝固・根柢系関連蛋白とLDLもしくは変性LDLとの複合体を測定対象とする請求項1に記載のLDLもしくは変性LDLの検出方法。

【請求項4】 ミエロペルオキシダーゼ、ラクトフェリン、リゾチーム、塩基性蛋白などのマクロファージが産生する殺菌物質とLDLもしくは変性LDLとの複合体を測定対象とする請求項1に記載のLDLもしくは変性LDLの検出方法。

【請求項5】 酵素免疫法、ラテックス凝集法、免疫発光分析法、イムノクロマト法などの免疫学的測定法を用いる請求項1～4に記載のLDLもしくは変性LDLの検出方法。

【請求項6】 抗ヒトフィブリノーゲン抗体と、酵素をはじめとする標識物質を標識した抗ヒトA α B抗体などの免疫反応検出試薬を用いる請求項2に記載の動脈硬化性病害に関わる新規なリポ蛋白の検出方法。

【請求項7】 抗ヒトフィブロンectin抗体と、酵素をはじめとする標識物質を標識した抗ヒトA α B抗体などの免疫反応検出試薬を用いる請求項2に記載の動脈硬化性病害に関わる新規なリポ蛋白の検出方法。

【請求項8】 マウス骨髓腔細胞と、LDL/フィブロンectin複合体で免疫された嚙乳類の脾臓細胞とを融合させて得られるハイブリドームにより産生されるモノクローナル抗体であって、nativeなフィブロンectinやA α B（nativeおよび変性A α B）には反応せず、LDL/フィブロンectin複合体を特異的に認識するモノクローナル抗体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、血液中に存在する変性LDL（特に酸化変性LDL）が、生体内における急

2

性相反応の過程で産生される（急性相反応蛋白の一部はマクロファージも産生する）ところの各種急性相反応物質（acute phase reactants）や、各種の凝固・根柢系関連蛋白、もしくはマクロファージが産生する各種の殺菌物質と複合体を形成して存在することを見出すとともに、この点に着目した新規な変性LDL（特に酸化変性LDL）の検出方法に関するもので、動脈硬化性病害やアルツハイマー病などの早期診断や治療上での薬効評価などに寄与せんとするものである。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】 動脈硬化症は大動脈、冠動脈、脳動脈および肺動脈に多く発生し、心筋梗塞、脳梗塞などの主因となる疾患である。また、最近ではアルツハイマー病も動脈硬化症と関連性の大きい疾患であることがわかってきた。従来、血液中で、これらの生体内での動脈硬化症の状態を直接反映する測定対象がなく、血清中あるいは血漿中のLDL、LP（a）、レムナントリポ蛋白、Small, dense LDLなど、LDLを主体とした血管壁脂質蓄積に関わりの深い、動脈硬化性病害に関わるリポ蛋白として測定されてきた。なかんずく、酸化LDLと動脈硬化性病害の進展との関連がスタインバーグ（Steinberg, D. et al. Engl. Med. 320: 915, 1989）により、一方、Rossらが提唱した傷害反応仮説（Ross, R. Nature. 362: 801, 1993）によって指摘されて以来、動脈硬化の進展における酸化LDLの関与が注目されてきた。

【0003】 さらに、最近では、動脈硬化を炎症として捉える立場の研究が盛んである（Ross, R. New Engl. J. Med. 340: 115～126, 1999）。急性相反応と動脈硬化の関連性に関して（西嶋一郎、他、動脈硬化、24: 363～367, 1996）によれば、生体は感染や外傷などの外からの刺激に対して、発熱、血管透過性亢進による浮腫、血小板凝集と凝固亢進による止血、免疫担当細胞の活性化を通じて、すみやかに病原体の排除や組織障害の回復を図り恒常性を維持する。この生体反応を急性相反応（Acute phase response）と呼んでいる。感染や外傷などの外的刺激に対するこの生体反応は、人類の進化とともに発達してきた重要な防御機構である。一方、今世紀に入って、われわれ人類の生活環境の急激な変化は、この外的刺激を減少させる一方で、高脂血症・高血糖などの内部環境の変化を通じて、酸化変性LDLやAdvanced glycation endproduct（AGE）などの生体内修飾物質をも増加させる結果を生んできた。マクロファージ系細胞や血管内皮細胞には、これらの生体内修飾物質を認識する特異的レセプターが発現しており、生体はこれらの細胞を通じて生体内修飾物質を処理する機構を有している。このことは酸化LDLやAGEが体内では異物として作用していることを示しており、この「異物処理過程」で、はからずもマクロファージ・内皮細胞の活性化がひきおこされる。即ちこの一連の過程は動脈硬化の成

(3)

特開2001-91517

3

4

立プロセスとみなすことが出来る。

【0004】そして、上述の生体反応、即ち急性相反応の過程で、血漿中に有意に増加してくる物質を急性相反応物質あるいは急性相反応蛋白と呼び、表1に示すよう*

* 主な物質群からなっている (Steel DM, et al. Immunol Today, 15: 81~88, 1994)。

【0005】

【表1】

表1 代表的な急性相反応蛋白の種類*

| Major APFs | Complement proteins | Coagulation proteins |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| C-reactive protein | C2, C3, C4, C5, C9 | Fibrinogen |
| Serum amyloid A | Factor B | von Willebrand factor |
| Serum amyloid P component | C1 inhibitor | |
| | C4 binding protein | |
| Protease inhibitors | Metal-binding proteins | Other proteins |
| α_1 -antitrypsin | Haptoglobin | α -2-macroglobulin |
| α_1 -antichymotrypsin | Hemopexin | Heme oxygenase |
| α_2 -antiplasmin | Ceruloplasmin | Mannose-binding protein |
| Heparin cofactor II | Manganese superoxide dismutase | Lipoprotein (a) |
| Fibrinogen activator inhibitor 1 | | LPS binding protein |
| α -macroglobulin | | Fibrinogen |

* Steel MDらのデータを一部改定 (Steel DM, et al. Immunol Today, 15: 81, 1994)

【0006】一方、ヒト大動脈粥硬化病変部に急性相反応物質が局在することが免疫組織化学染色法や in situ hybridization法で確認されている。CRP、SA、A、SAPに関しては (畑中薫, 他. 動脈硬化, 24: 551~555, 1997)、fibrinogenおよびその分解産物に関して (Bim, A. et al. Arteriosclerosis, 9: 109~121, 1989)、 α 1-アンチトリプシンに関して (竹屋元裕, 未発表, 1999) が知られている。

【0007】現状では動脈硬化における各種急性相反応物質の役割分担については不明な点が多く、今後の研究の進展が期待されている。また、動脈硬化病変には組織因子 (TF) の過剰発現とともに、血管内で生じたフィブリン血栓の溶解に関与する組織プラスミノゲンアクチベーター (t-PA) の阻害因子であるプラスミノゲンアクチベーターインヒビター (PAI) 活性やトロンビン受容体も同時に亢進しており、これらの因子も動脈硬化内臓の凝固亢進に関与していることが知られている (小川久雄, 最新医学, 54: 1210~1217, 1999)。さらに、動脈硬化の発生進展に関連して動脈壁でおこる種々の病的現象は、フィブリンを中心として凝固線溶系の諸因子が複雑に関連して進展する、即ち、動脈硬化病変部位は血栓形成の“場”となりやすいことも知られている (田中健彦, 日本老年医学会雑誌, 35: 890~899, 1998)。また、上述のごとくアテローム性動脈硬化においては血液中のLDLが血管壁に沈着すると、内皮細胞が活性化され、血中の単球がもぐり込んできてマクロファージとなり血管壁に沈着したLDLを異物として処理する以外にも、最近の報告によると、動脈硬化の発症・進展にクラミジアニューモニエやヘリコバクターピロリ菌

の感染が関与することも知られ (Murat V, et al. JID, 177: 725~729, 1998)、(Patel P, et al. BMJ, 311: 711~714, 1995)。また、動脈硬化病変部位において、これらの病原菌の存在が確認されている。従って、動脈硬化病変部位に浸潤したマクロファージは、血管壁に沈着したLDLの処理以外に、これら病原菌の排除のために種々の殺菌物質を血管壁で放出する状況にあるといえる。

【0008】一方、この様に、動脈硬化発症、進展に関わる要因の解明が進む反面、変性LDL (酸化変性LDL) の測定法に関しては、血中で簡易に正確性をもって測定する方法が存在しなかった。したがって本研究は、動脈硬化症やアルツハイマー病の発症・進展と深く関わる、LDLおよび変性LDL (特に酸化LDL) の新規な検出方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】生体の主要な構成成分として蛋白質、脂質、糖質、核酸があげられるが、最も酸化されやすいのは脂質であり、酸素添加反応が起こり、いわゆる過酸化脂質が生成する。脂質が酸化されやすいのは多くの脂質がリノール酸やアラキドン酸のような高度不飽和脂肪酸のエステルとなっているためである。リポ蛋白は脂質と蛋白質から構成されており、リポ蛋白が酸化された場合には、脂質、蛋白質共に酸化変性を受け

る。【0010】この生体脂質が非酵素的に酸化される引き金としては、活性酸素が考えられている。この過酸化脂質の測定は薄層HPLC法などの分析化学的手法が用いられ、健康人の生体内でも確実に脂質の非酵素的酸化が

40

50

(4)

特開2001-91517

5

起していることが証明されている(山本晴寛, 他. 蛋白質・核酸・酵素, 44: 1253, 1999)。

【0011】上述のごとく現状では、血液中の総過酸化脂質量の把握は可能であるが、リポ蛋白個別の酸化変性度を知る方法は現在のところ存在せず、LDLの酸化変性体が血液中存在することの真証は、本発明者らの特願平8-317162号による方法によって初めて成された。さらに本発明者は、特願平11-109001号、特願平11-207913号に開示した手法によっても血液中の酸化変性LDLの検出が可能であることを発見した。

【0012】そして、その後、更なる研究と検討を繰り返した結果、循環血液中に酸化変性LDLが種々の急性相反応物質や、血液凝固・炎症関連蛋白もしくは、マクロファージが産生する各種殺菌物質(清 隆雄, 他. 医学のあゆみ, 155: 194~197, 1991)と複合体を形成して存在する事実を発見して本発明に至った。即ち、特願平8-317162号、および、特願平11-207913号の手法を発展させて、血液中のLDLおよび変性LDL(特に酸化変性LDL)の検出方法を確立して本発明を完成させたものである。

【0013】より具体的に説明すると、本発明は、たとえば、血管内壁上でLDLが酸化変性を受けるとその局所に血管腔から滲み込んだりしない、マクロファージが産生したところの膜に示すような代表的な急性相反応蛋白($\alpha 1$ -アンチトリプシン、フィブリノーゲン、フィブロンectin、CRP、SAA、SPA、 $\alpha 1$ -アンチキモトリプシン、 $\alpha 1$ -アシドグリコプロテイン、 $\alpha 2$ -マクログロブリン)と変性LDL(特に酸化変性LDL)が複合体を形成すること、さらに、動脈硬化内腔での凝固亢進に関与する(組織因子、プラスミノゲン、プロトロンビン、トロンビン、アンチトロンビン、3. プラスミンアクチベーターインヒビター1など)蛋白とも変性LDL(特に酸化変性LDL)が複合体を形成することおよび、動脈硬化病変部位に浸潤してきたマクロファージが、異物処理過程で放出するミエロペルオキシダーゼ、ラクトフェリン、リゾチーム、塩基性蛋白などの殺菌物質ともLDLおよび変性LDL(特に酸化変性LDL)が複合体を形成することを見出した。これらのいずれの複合体も動脈硬化症の発症・進展と関連性が高い点を見出して完成されたものである。

【0014】なお典型的には、本発明は、酸化変性LDLと $\alpha 1$ -アンチトリプシンの複合体を特異的に認識する抗体(特願平8-317162号)を作製したと同様に、LDLおよび酸化変性LDLと複合体を形成している各種抗原に対する特異抗体を作製。または、抗ヒトフィブリノーゲン抗体(DAKO)を固相抗体として用い、LDLおよび酸化変性LDLと各種蛋白との複合体を反応させた後に、酵素をはじめとする標識物をラベルした抗ヒトApoB抗体を反応させて、血液中の酸化変

6

性LDLを検出する方法である。

【0015】この場合、用いる試料は血液中のLDLを超速心法や、デキストラン硫酸とカルシウムイオンなどの化学物質を用いた沈澱法で分離したLDLもしくは、血清や血漿をそのまま試料として測定することも可能である。また、これらの各種蛋白と複合体を形成したLDLおよび酸化変性LDLの検出法の臨床応用としては、動脈硬化症やアルツハイマー病の早期診断や、動脈硬化症治療薬投与時の効果評価などに好適である。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明について具体的に説明する。

A. 急性相反応物質と複合体を形成したLDLもしくは酸化変性LDLの検出例

(A-1) [超速心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL(酸化変性LDL)/CRP複合体の測定]

【0017】1. 抗ヒトCRPポリクローナル抗体(DAKO社)を0.05M Tris-HCl(0.15M NaClを含む、pH8.0)緩衝液に10 μ g/ml割合で加え、マイクロプレートに100 μ l/wellで分注する。

2. 4℃で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%シスチンおよび牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液(pH7.5)を10 μ l/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250 μ l/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55ng/ml Mouse Gamma GlobulinとGoat Gamma Globulin含有1%ウシアリブミン溶液を100 μ l/well分注し、これに試料あるいは標準液を50 μ l添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

5. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab'化IgG- α poB/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.8 μ g/mlとしたものを100 μ l/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

【0018】9. HRP標識アビジンD(Vector Laboratories社製)を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100 μ l/well分注する。

10. 37℃で30分間反応させる。

11. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMBZ溶液からなる呈色試薬を100 μ l/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100 μ l/well分注し、反応

50

(5)

特開2001-91517

7

を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL（酸化LDL）／CRP複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL（酸化LDL）／CRP複合体濃度を算出する。

【0019】（A-2）【超遠心または硫酸デキストラン／Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL（酸化変性LDL）／アミロイドA複合体の測定】

【0020】1. 抗ヒトアミロイドAポリクローナル抗体（DAKO社）を0.05M Tris-HCl（0.15M NaClを含む、pH8.0）緩衝液に10μg/mlの割合で加え、マイクロプレートに100μl/wellで分注する。

2. 4℃下で一夜、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液（pH7.5）を10μl/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250μl/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55mg/ml Mouse Gamma GlobulinとGoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100μl/well分注し、これに試料あるいは標準液を50μl添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

5. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab' 化IgG-αps8/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6μg/mlとしたものを100μl/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

【0021】9. HRP標識アビジンD（Vector laboratories社製）を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100μl/well分注する。

10. 37℃下で30分間反応させる。

11. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100μl/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100μl/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL（酸化LDL）／アミロイドA複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL（酸化LDL）／アミロイドA複合体濃度を算出する。

【0022】（A-3）【超遠心または硫酸デキストラン／Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは

8

は変性LDL（酸化変性LDL）／α2-マクログロブリン複合体の測定】

【0023】1. 抗ヒトα2-マクログロブリンポリクローナル抗体（DAKO社）を0.05M Tris-HCl（0.15M NaClを含む、pH8.0）緩衝液に10μg/mlの割合で加え、マイクロプレートに100μl/wellで分注する。

2. 4℃下で一夜、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液（pH7.5）を10μl/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250μl/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55mg/ml Mouse Gamma GlobulinとGoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100μl/well分注し、これに試料あるいは標準液を50μl添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

20 5. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab' 化IgG-αps8/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6μg/mlとしたものを100μl/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

【0024】9. HRP標識アビジンD（Vector laboratories社製）を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100μl/well分注する。

10. 37℃下で30分間反応させる。

11. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100μl/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100μl/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL（酸化LDL）／α2-マクログロブリン複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL（酸化LDL）／α2-マクログロブリン複合体濃度を算出する。

【0025】（A-4）【超遠心または硫酸デキストラン／Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL（酸化変性LDL）／α1-アンチキモトリプシン複合体の測定】

【0026】1. 抗ヒトα1-アンチキモトリプシンポリクローナル抗体（DAKO社）を0.05M Tris-HCl（0.15M NaClを含む、pH8.0）緩衝液に10μg/mlの割合で加え、マイクロプレートに100μl/wellで

50

(6)

特開2001-91517

9

10

分注する。

2. 4℃下で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液(pH7.5)を100μl/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250μl/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55ng/ml Mouse Gamma GlobulinとGoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100μl/well分注し、これに試料あるいは標準液を50μl添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

5. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab' 化IgG-αps8/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6μg/mlとしたものを100μl/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

【0027】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製)を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100μl/well分注する。

10. 37℃で30分間反応させる。

11. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100μl/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100μl/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / α1-アンチキモトリプシン複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL (酸化LDL) / α1-アンチキモトリプシン複合体濃度を算出する。

【0028】(A-5) [超遠心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL (酸化変性LDL) / α1-アノドグリコプロテイン複合体の測定]

【0029】1. 抗ヒトα1-アノドグリコプロテインポリクローナル抗体 (DAKO社)を0.05M Tris-HCl (0.15M NaClを含む、pH8.0)緩衝液に10μg/mlの割合で加え、マイクロプレートに100μl/wellで分注する。

2. 4℃下で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液(pH7.5)を100μl/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させ

る。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250μl/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55ng/ml Mouse Gamma GlobulinとGoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100μl/well分注し、これに試料あるいは標準液を50μl添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

5. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab' 化IgG-αps8/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6μg/mlとしたものを100μl/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

【0030】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製)を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100μl/well分注する。

10. 37℃で30分間反応させる。

11. 0.005%Tween20溶液250μl/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100μl/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100μl/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / α1-アノドグリコプロテイン複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL (酸化LDL) / α1-アノドグリコプロテイン複合体濃度を算出する。

【0031】B. 血液凝固・線溶系関連蛋白と複合体を形成したLDLもしくは酸化変性LDLの検出例

(B-1) [超遠心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL (酸化変性LDL) / トロンビン複合体の測定]

【0032】1. 抗ヒトトロンビンポリクローナル抗体 (DAKO社)を0.05M Tris-HCl (0.15M NaClを含む、pH8.0)緩衝液に10μg/mlの割合で加え、マイクロプレートに100μl/wellで分注する。

2. 4℃下で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液(pH7.5)を100μl/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250μl/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55ng/ml Mouse Gamma GlobulinとGoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100μl/well分注し、これに試料あるいは標準液を50μl添加する。

11

4. 37℃で1.5時間反応させる。
5. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
6. ビオチン標識F a b' 化IgG-apcB/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6 μ g/mlとしたものを100 μ l/well分注する。
7. 37℃で1.5時間反応させる。
8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
- 【0033】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製)を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100 μ l/well分注する。
10. 37℃で30分間反応させる。
11. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
12. 過酸化水素溶液とTMBZ溶液からなる呈色試薬を100 μ l/well分注し、室温下30分間反応させる。
13. 1Mリン酸水溶液を100 μ l/well分注し、反応を停止させる。
14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。
15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / トロンビン複合体により求めた検査値から試料中の変性LDL (酸化LDL) / トロンビン複合体濃度を算出する。
- 【0034】(B-2) [超遠心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL (酸化変性LDL) / アンチトロンビン3複合体の測定]
- 【0035】1. 抗ヒトアンチトロンビン3ポリクローナル抗体 (DAKO社)を0.05M Tris-HCl (0.15M NaClを含む、pH8.0)緩衝液に10 μ g/mlの割合で加え、マイクロプレートに100 μ l/wellで分注する。
2. 4℃で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液 (pH7.5)を10 μ l/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250 μ l/wellで3回洗浄する。
3. マイクロプレートに55ng/ml Mouse Gamma GlobulinとCoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100 μ l/well分注し、これに試料あるいは標準液を50 μ l添加する。
4. 37℃で1.5時間反応させる。
5. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
6. ビオチン標識F a b' 化IgG-apcB/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6 μ g/mlとしたものを100 μ l/well分注する。

(7)

特開2001-91517

12

7. 37℃で1.5時間反応させる。
8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
- 【0036】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製)を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100 μ l/well分注する。
10. 37℃で30分間反応させる。
11. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
12. 過酸化水素溶液とTMBZ溶液からなる呈色試薬を100 μ l/well分注し、室温下30分間反応させる。
13. 1Mリン酸水溶液を100 μ l/well分注し、反応を停止させる。
14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。
15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / アンチトロンビン3複合体により求めた検査値から試料中の変性LDL (酸化LDL) / アンチトロンビン3複合体濃度を算出する。
- 【0037】(B-3) [超遠心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL (酸化変性LDL) / プラスミノーゲンアクチベーター1複合体の測定]
- 【0038】1. 抗ヒトプラスミノーゲンアクチベーター1ポリクローナル抗体 (DAKO社)を0.05M Tris-HCl (0.15M NaClを含む、pH8.0)緩衝液に10 μ g/mlの割合で加え、マイクロプレートに100 μ l/wellで分注する。
2. 4℃で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液 (pH7.5)を10 μ l/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250 μ l/wellで3回洗浄する。
3. マイクロプレートに55ng/ml Mouse Gamma GlobulinとCoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100 μ l/well分注し、これに試料あるいは標準液を50 μ l添加する。
4. 37℃で1.5時間反応させる。
5. 0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
6. ビオチン標識F a b' 化IgG-apcB/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6 μ g/mlとしたものを100 μ l/well分注する。
7. 37℃で1.5時間反応させる。
8. 3.と同様に0.005%Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。
- 【0039】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製)を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100 μ l/well分注する。
10. 37℃で30分間反応させる。

50

(8)

特開2001-91517

13

11. 0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100 μ l/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100 μ l/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / プラスミノーゲンアクチベーター1複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL (酸化LDL) / プラスミノーゲンアクチベーター1複合体濃度を算出する。

【0040】C. マクロファージが産生する殺菌物質と複合体を形成したLDLもしくは酸化変性LDLの検出例

(C-1) 【超遠心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL (酸化変性LDL) / ミエロペルオキシダーゼ複合体の測定]

【0041】1. 抗ヒトミエロペルオキシダーゼポリクローナル抗体 (DAKO社) を0.05M Tris-HCl (0.15M NaClを含む, pH8.0) 緩衝液に10 μ g/mlの割合で加え、マイクロプレートに100 μ l/wellで分注する。

2. 4℃で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液 (pH7.5) を10 μ l/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250 μ l/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55mg/ml Mouse Gamma GlobulinとCoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100 μ l/well分注し、これに試料あるいは標準液を50 μ l添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

5. 0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab' 化IgG- α psB/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6 μ g/mlとしたものを100 μ l/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

【0042】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製) を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100 μ l/well分注する。

10. 37℃で30分間反応させる。

11. 0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

14

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100 μ l/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100 μ l/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / ミエロペルオキシダーゼ複合体により求めた検量線から試料中の変性LDL (酸化LDL) / ミエロペルオキシダーゼ複合体濃度を算出する。

【0043】(C-2) 【超遠心または硫酸デキストラン/Ca沈澱法により調整したLDL中のLDLもしくは変性LDL (酸化変性LDL) / ラクトフェリン複合体の測定]

【0044】1. 抗ヒトラクトフェリンポリクローナル抗体 (DAKO社) を0.05M Tris-HCl (0.15M NaClを含む, pH8.0) 緩衝液に10 μ g/mlの割合で加え、マイクロプレートに100 μ l/wellで分注する。

2. 4℃で一晩、物理吸着させた後、使用時に脱イオン水で3回洗浄し、0.1%ショ糖および牛血清アルブミン、0.05%アジ化ナトリウムを含む0.05M Tris-HCl緩衝液 (pH7.5) を10 μ l/wellで分注し、室温で30分以上静置した後、液を棄て4℃で乾燥させる。乾燥したマイクロプレートを脱イオン水250 μ l/wellで3回洗浄する。

3. マイクロプレートに55mg/ml Mouse Gamma GlobulinとCoat Gamma Globulin含有1%ウシアルブミン溶液を100 μ l/well分注し、これに試料あるいは標準液を50 μ l添加する。

4. 37℃で1.5時間反応させる。

5. 0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

6. ビオチン標識Fab' 化IgG- α psB/427モノクローナル抗体を1%BSA溶液で1.6 μ g/mlとしたものを100 μ l/well分注する。

7. 37℃で1.5時間反応させる。

8. 3.と同様に0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

【0045】9. HRP標識アビジンD (Vector laboratories社製) を1%カゼイン溶液で15000倍希釈とし、100 μ l/well分注する。

10. 37℃で30分間反応させる。

11. 0.005% Tween20溶液250 μ l/wellで5回洗浄する。

12. 過酸化水素溶液とTMB2溶液からなる呈色試薬を100 μ l/well分注し、室温下30分間反応させる。

13. 1Mリン酸水溶液を100 μ l/well分注し、反応を停止させる。

14. 主波長450nm、副波長630nmで測光する。

15. 人工的に調整した変性LDL (酸化LDL) / ラクトフェリン複合体により求めた検量線から試料中の変

59

15

性LDL(酸化LDL)/ラクトフェリン複合体濃度を算出する。

【0046】D. 各種脂質濃度別血清中のLDLもしくは変性LDL(酸化LDL)と急性相反応蛋白または、凝固・線溶系蛋白または、殺菌蛋白との複合体濃度の比較血清中脂質条件1群(コレステロール160mg/dl>, 中性脂肪100mg/dl>, HDLコレステロール40~90mg/dl), 脂質条件2群(コレステロール161~219mg/dl>, 中性脂肪101~139mg/dl>, HDLコレステロール40~90mg/dl), 脂質条件3群(コレステロール220mg/dl<, 中性脂肪140mg/dl<, HDLコレステロール40mg/dl>), の3群について、LDLもしくは変性LDL(酸化LDL)と急性相反応蛋白複合体の測定例として(アミロイドA蛋白と $\alpha 2$ -マクログロブリン), LDLもしくは変性LDL(酸化変性)と凝固・線溶系蛋白複合体の測定例として(プロトロンビン, アンチトロンビン3), マクロファージが産生する殺菌物質とLDLもしくは変性LDL(酸化LDL)との複合体の測定例として(ミエロペルオキシダーゼ, ラクトフェリン)の血清中濃度を比較したところ、いずれの複合体濃度も第3群(高脂血症群)において最も高値を示した(図1)。

【0047】E. 先の出願(特願平11-207913号)

(E-1) 先の発明に至る経緯

【0048】先の出願に先立って、本発明者は、LDLとフィブリノーゲンおよびLDLとフィブロンectinの複合体形成を試み、人工的に酸化変性を受けたLDLにより複合体が形成されることを確認した。即ち、native LDL, 精化LDLおよび、酸化LDLに精製品フィブリノーゲン又はフィブロンectinを加し、いずれのLDLがフィブリノーゲン又はフィブロンectinと複合体を形成するかを検討した。各LDLとフィブリノーゲン又はフィブロンectinの混合試料をアガロース電気泳動後、ファットレッド(Fat red)7Bによる脂質染色およびイムノブロット(immunoblot)法によるフィブリノーゲン又はフィブロンectin染色を行った。

【0049】その結果、native LDLおよび精化LDLとフィブリノーゲン又はフィブロンectinの混合試料では複合体形成を認めなかったが、血管内皮細胞処理で硫酸銅処理により調整した酸化LDLとフィブリノーゲン又はフィブロンectinの混合試料では複合体(酸化LDL-フィブリノーゲン複合体, 酸化LDL-フィブロンectin複合体)の形成を認めた。さらに、糖尿病や心筋梗塞患者血清を用いて、超速心分離により得たLDL(1.006g/ml<d<1.063g/ml)を抗ヒトフィブロンectinイムノアフィニティクロマト手法によって、LDL-フィブリノーゲン複合体, LDL-フィブロンectin複合体を単離精製した。このLDL-フィブリノーゲン複合体, LDL-フィブロンectin複合体を

(9)

特開2001-91517

16

形成するLDLの性質として、酸化LDLに特徴的な脂質過酸化物の増加、ApoB蛋白の破壊、そしてLDL粒子全体の陰性荷電の増加を認めた。さらに、ゲル透過分析にて得た各成分を用いたELISAから、LDL成分中にLDL-フィブリノーゲン複合体, LDL-フィブロンectin複合体の存在が確認された。

【0050】そこで本発明者は、LDLないしは酸化LDLがフィブロンectinという好都合な標識を付けて存在する事実に着目し、酸化LDLと複合体を形成するフィブロンectinを特異的に認識するモノクローナル抗体を作製できれば、この抗体を用いて血液中のLDLないしは酸化LDLとフィブロンectinの複合体を認識、測定、単離精製することが可能と考えた。

【0051】抗体作製時の抗原には、人工的に調整した酸化LDL-フィブロンectin複合体を用いた。得られた抗体のフィブロンectinに対する反応特異性は、nativeフィブロンectinには反応性を示さないが、酸化LDLと複合体を形成するフィブロンectinを認識した。また、本抗体は、ApoB蛋白は認識しないことも判明した。

【0052】(E-2) 抗ヒト酸化LDL結合フィブロンectinモノクローナル抗体の作製法
(モノクローナル抗体作製法の一例)

【抗原の調整】ヒト血清から超速心分離により得たLDL(1.006g/ml<d<1.063g/ml)を抗ヒト $\alpha 1$ アンチトリプシンポリクローナル抗体を用いたイムノアフィニティカラムを通し、LDL- $\alpha 1$ アンチトリプシン複合体を除去する。この $\alpha 1$ アンチトリプシンフリーのLDLに精製ヒトフィブロンectinを添加し、硫酸銅液を加え、37℃に1夜放置して、酸化LDL-フィブロンectin複合体を形成させた。

【0053】LDLとフィブロンectinの複合体形成の確認は、複合体を試料としてゲル透過分析により得た各成分についてELISA(固相抗体として抗ヒトフィブロンectin抗体, 酵素標識抗体に抗ヒトApoB抗体を用いる。)を実施することにより確認できる。

【0054】【動物への免疫】この複合体(抗原)をリン酸緩衝生理食塩水で蛋白濃度として1mg/ml溶液となるように調整し、この溶液をフロインDアジュバンドを等量混合して得られるエマルジョンを、6週令のマウス(Ba1b/C系マウス)の腹腔内に500 μ l投与した。この作業を2週間おきに計3回免疫を行った。

【0055】【細胞融合】最終免疫後4日目に、このマウスの脾臓から採取した脾リンパ球細胞をマウス骨髓腫細胞(P3-X63-Ag8-U1)と融合させた。融合方法は、常法に従い、50%ポリエチレングリコール4000溶液を融合促進剤として用い、融合促進剤の添加、混合および希釈の各操作からなる融合時間を10分間、37℃で行った。次に、HAT培地(ヒポキサンチン・チミジン・10%ウシ胎児血清を含むRPMI培地)を各ウェルに

59

17

分注し、2～3日後、抗体産生ハイブリドーマの選別を行った。

【0056】選別方法は、酸化LDL-IgA複合体、native IgA、native apoBを各々固定化した96穴マイクロプレートに、各ウェルのハイブリドーマ形成コロニーの培養上清を100μl分注して反応させ、ついで洗浄後、ペルオキシダーゼ標識抗マウスIgGロブリン抗体を100μl添加して、抗原抗体反応させ、洗浄、呈色とELISAの常法に従って操作し、目的とする抗体（酸化LDL結合フィブロネクチンに反応性を示すが、nativeフィブロネクチン、native apoBには反応しない抗体）産生ハイブリドーマを複数個選別した。次に、目的とする抗体産生を示したコロニーを回収し、限界希釈法によってハイブリドーマの単一コロニーを得るようにクローニングを行った。この方法は、回収したコロニーをHT培養地で希釈し、96穴マイクロプレートの各ウェルにハイブリドーマがウェル当たり1個以下となるようにフィーダー細胞と共に散布した。以上の操作を2回行い、モノクローン化された抗ヒト酸化LDL結合フィブロネクチン抗体産生ハイブリドーマを複数個得た。

【0057】〔抗ヒト酸化LDL結合フィブロネクチンモノクローナル抗体の腹水化〕8週令のマウス（Ba1b/C系マウス）の腹腔内にプリスタン（免疫抑制剤）を投与した。3～7日後に抗体産生ハイブリドーマを腹腔内に投与し、約7日後にマウス腹腔から腹水化された抗体を回収した。

【0058】〔抗体の精製〕腹水化して得られたそれぞれの抗体を50%硫酸アンモニウムで2回塩析分画を行い、リン酸緩衝生理食塩液にて透析して精製し、複数個の抗ヒト酸化LDL結合フィブロネクチンモノクローナル抗体と人工的に調整した酸化LDL-フィブロネクチン複合体をそれぞれ反応させ、二次抗体として抗ヒトApoB酵素標識抗体を用いたELISAにおいて感度に優れた、抗ヒト酸化LDL結合フィブロネクチンモノクローナル抗体（OFN-1と命名）を選定した。

【0059】〔E-3〕本発明によれば、被検体の血液成分を本発明の抗体と接触させ、該抗体と特異的に反応した抗原を定量的に検出することにより、血液中に含まれるLDLないしは酸化LDL-フィブロネクチン複合体を測定することができる。測定法はラジオイムノアッセイ、酵素免疫法、イムノプロット法、免疫沈降法、蛍光イムノアッセイ、化学若しくは生物発光イムノアッセイなどの公知法によって行われる。

【0060】酵素免疫法（ELISA）によるLDLないしは酸化LDL-フィブロネクチン複合体の測定法を例にとり、以下に具体的に説明する。

〔マイクロプレートへの抗体の固定化〕マイクロプレート（NUNC社製）の各ウェルに、抗ヒト酸化LDL結合フィブロネクチンモノクローナル抗体（OFN-1）

(10)

特開2001-91517

18

5μg/ml)を含む0.1Mトリス緩衝液（pH8.4）を100μlずつ分注し、一夜4℃で放置して抗体を固相に吸着させる。

【0061】〔酵素標識抗体の調整〕別途、抗ヒトApoBポリクローナル抗体、あるいは抗ヒトApoBモノクローナル抗体（酸化LDLを抗原として作製したもの）をペプシンと2-メルカプトエタノールアミンによりFab'に標識して酵素標識抗体を調整する。

【0062】〔血清中あるいは血漿中LDLないしは酸化LDL-フィブロネクチン複合体の測定〕各ウェルに100μlの1%ウシアアルブミンを含むトリス緩衝液（0.1M, pH8.0）を分注、次いで血清もしくは血漿50μlを加えて混和した後、37℃で2時間反応させる。次に洗浄液（Tween20を濃度0.005%含むリン酸緩衝液：0.02M, pH7.4）で3回洗浄する。

【0063】その後、ペルオキシダーゼ標識抗ヒトApoB Fab'抗体溶液（1%ウシアアルブミンを含むトリス緩衝液）を各ウェルに100μlずつ加え混合した後、37℃で1時間反応させ、先と同様に3回洗浄する。基質発色液は、1.66mM TM B2（同化学）をメタノールで溶解後、メタノール濃度が50%となるように0.2Mトリス緩衝液を加えた基質溶液と、0.02%過酸化水素を含む35mMクエン酸溶液とを等量ずつ混和した溶液100μlを各ウェルに加え、室温で10分間放置後、反応停止液（2.5Mリン酸溶液）100μlを各ウェルに加える。

【0064】マイクロプレート用比色計を用いて450/630nmの波長で比色し吸光度を算出する。人工的に調整した酸化LDL-フィブロネクチン複合体を上述と同様の操作にて反応させ、作製した検量線から試料中のLDLないしは酸化LDL-フィブロネクチン複合体濃度を算出する。

【0065】〔E-4〕また、本発明によれば、LDLもしくは酸化LDLとフィブロネクチン複合体を含む動脈硬化性疾患に関わる新規なリポ蛋白は、細胞外基質成分に対して沈着性が強力であることから、固相に細胞外基質蛋白を固定化し、この蛋白に結合させたLDLないしは酸化LDLとフィブリノーゲンもしくはフィブリン（又はそれぞれの分解産物）との複合体、およびLDLないしは酸化LDLとフィブロネクチンの複合体を含む動脈硬化性疾患に関わる新規なリポ蛋白を検出する方法について述べる。固相化に細胞外基質蛋白として、血管をはじめ皮膚、骨、腱などの生体のほとんどすべての組織に存在するコラーゲンを用いた測定法を例にとり、以下に具体的に説明する。

【0066】〔マイクロプレートへの細胞外基質蛋白の固定化〕マイクロプレート（NUNC社製）の各ウェルにI型コラーゲンを10μg/mlを含む0.1Mトリス緩衝液（pH8.4）を100μlずつ分注し、37℃で放

50

(11)

特開2001-91517

19

25

置して蒸発乾固させてコラーゲンを固相に吸着させる。

【0067】〔酵素標識抗体の調整〕別途、抗ヒトApoBポリクローナル抗体、あるいは抗ヒトApoBモノクローナル抗体（酸化LDLを抗原として作製したもの）をペプシンと2-メルカプトエタノールアミンによりFab'として、ペルオキシダーゼをこのFab'に標識して酵素標識抗体を調整する。

【0068】〔血清中あるいは血漿中のコラーゲン結合性リポ蛋白の測定〕各ウェルに100μlの1%ウシアルブミンを含むトリス緩衝液（0.1M, pH8.0）を分注、次いで血清もしくは血漿50μlを加えて混和した後、37℃で2時間反応させる。次に洗浄液（Tween20を終濃度0.005%含むリン酸緩衝液：0.02M；pH7.4）で3回洗浄する。その後、ペルオキシダーゼ標識抗ヒトApoB Fab'抗体溶液（1%ウシアルブミンを含むトリス緩衝液）を各ウェルに100μlずつ加え混和した後、37℃で1時間反応させ、先と同様に3回洗浄する。

【0069】基質発色液は1.66mMTMBZ（同化学）をメタノールで溶解後、メタノール濃度が50%になるように0.2Mトリス緩衝液を加えた基質溶液と、0.02%過酸化水素を含む35mMクエン酸溶液とを等量ずつ混和した溶液100μlを各ウェルに加え、室温で10分間放置後、反応停止液（2.5Mリン酸溶液）100μlを各ウェルに加える。マイクロプレート用比色計を用いて450/630nmの波長で比色し、吸光度を測定する。ヒト血清からコラーゲンを固定化したアフィニティークラムで単離・精製したコラーゲン結合性リポ蛋白について上述と同様の操作にて反応させ、作成した検査線から試料中のコラーゲン結合性リポ蛋白濃度を算出する。

【0070】〔E-5〕さらに、本発明によればLDLか酸化LDLとフィブリノーゲンやフィブリン（又はそれぞれの分解産物）もしくは、フィブロンectinとの複合体を含む動脈硬化性病变に関わる新規なリポ蛋白はポリスチレンやナイロンなどの高分子化合物に対して結合性が強力であることから、固相法によっても該リポ蛋白を測定することができる。固相にポリスチレン製マイクロプレートを用いた方法を例にとり、具体的に説明する。

【0071】〔酵素標識抗体の調整〕別途、抗ヒトApoBポリクローナル抗体、あるいは抗ヒトApoBモノクローナル抗体（酸化LDLを抗原として作製したもの）をペプシンと2-メルカプトエタノールアミンによりFab'として、ペルオキシダーゼをこのFab'に標識して酵素標識抗体を調整する。

【0072】〔血清中あるいは血漿中の動脈硬化性病变に関わる新規なリポ蛋白の固相法による測定〕無処理のポリスチレン製マイクロプレート（NUNC社製）の各ウェルに100μlの1%ウシアルブミンを含むトリス

緩衝液（0.1M, pH8.0）を分注、次いで血清もしくは血漿50μlを加えて混和した後、37℃で2時間反応させる。次に洗浄液（Tween20を終濃度0.005%含むリン酸緩衝液：0.02M；pH7.4）で3回洗浄する。

【0073】その後、ペルオキシダーゼ標識抗ヒトApoB Fab'抗体溶液（1%ウシアルブミンを含むトリス緩衝液）を各ウェルに100μlずつ加え混和した後、37℃で1時間反応させ、先と同様に3回洗浄する。基質発色液は1.66mMTMBZ（同化学）をメタノールで溶解後、メタノール濃度が50%になるように0.2Mトリス緩衝液とを等量ずつ混和した溶液100μlを各ウェルに加え、室温で10分間放置後、反応停止液（2.5Mリン酸溶液）100μlを各ウェルに加える。マイクロプレート用比色計を用いて450/630nmの波長で比色し、吸光度を算出する。ヒト血清からコラーゲンを固定化したアフィニティークラムで単離・精製したLDLか酸化LDLとフィブリノーゲンやフィブリン（又はそれぞれの分解産物）との複合体、LDLもしくは酸化LDL-フィブロンectin複合体を含む動脈硬化性病变に関わる新規なリポ蛋白を上述と同様の操作にて反応させ、作成した検査線から試料中の該リポ蛋白濃度を算出する。

【0074】また、本発明によればLDLもしくは酸化LDLとフィブリノーゲンもしくはフィブリン（又はそれぞれの分解産物）との複合体を含む動脈硬化性病变に関わる新規なリポ蛋白の検出方法についても以下に具体的に説明する。

【0075】〔マイクロプレートへの抗体の固定化〕マイクロプレート（NUNC社製）の各ウェルに、抗ヒトフィブリノーゲン抗体（DAKO）5μg/mlを含む0.1Mトリス緩衝液（pH8.4）を100μlずつ分注し、一夜4℃で放置して抗体を固相に吸着させる。

【0076】〔酵素標識抗体の調整〕別途、抗ヒトApoBポリクローナル抗体、あるいは抗ヒトApoBモノクローナル抗体をペプシンと2-メルカプトエタノールアミンによりFab'に標識して酵素標識抗体を調整する。

【0077】〔血清中のLDLないしは酸化LDL/フィブリノーゲンもしくはフィブリン（又はそれぞれの分解産物）複合体（LDL-フィブリノーゲン関連物質複合体と略記することがある）の測定〕各ウェルに100μlの1%ウシアルブミンを含むトリス緩衝液（0.1M, pH8.0）を分注、次いで血清50μlを加えて混和した後、37℃で1時間反応させる。次に洗浄液（Tween20を終濃度0.005%含むリン酸緩衝液：0.02M；pH7.4）で3回洗浄する。その後、ペルオキシダーゼ標識抗ヒトApoB Fab'抗体溶液（1%ウシアルブミンを含むトリス緩衝液）を各ウェルに100μlずつ加え混和した後、37℃で1時間反応させ、先と

(12)

特開2001-91517

21

同様に3回洗浄する。

【0078】基質発色液は、1. 66mMTMBZ (同仁化学) をメタノールで溶解後、メタノール濃度が50%になるように0. 2Mトリス緩衝液を加えた基質溶液と、0. 02%過酸化水素を含む35mMクエン酸溶液とを等量ずつ混和した溶液100 μ lを各ウェルに加え、室温で10分間放置後、反応停止液(2. 5Mリン酸)100 μ lを各ウェルに加える。

【0079】マイクロプレート用比色計を用いて450/630nmの波長で比色し吸光度を算出する。人工的に調整した酸化LDL-フィブリノーゲン複合体を上述と同様の操作にて反応させ、作成した検量線から試料中のLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度を算出する。

【0080】(E-6) LDL画分中に存在するLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体、LDL-フィブロネクチン複合体およびコラーゲン結合性LDLの確認 ヒト血清を超速心分離し、得られたLDL(1. 006<d<1. 063g/ml)画分を用いてゲル透過分析を行い、各フラクションについて以下の如き組み合わせでELISAを実施した。即ち、LDL(抗ヒトApoB/抗ヒトApoB)、LDL/フィブロネクチン複合体(抗ヒトフィブロネクチン/抗ヒトApoB)、LDL/フィブリノーゲン複合体(抗ヒトフィブリノーゲン/抗ヒトApoB)、コラーゲン結合性LDL(コラーゲン/抗ヒトApoB)を測定した結果、図2に示すごとくLDL画分中にLDL/フィブロネクチン複合体、LDL/フィブリノーゲン複合体、コラーゲン結合性LDLの存在を認めた。

【0081】(E-7) 血中Lp(a)濃度とコラーゲン結合性Lp(a)濃度の関係および、血中LDL/フィブリノーゲン関連物質との複合体濃度とコラーゲン結合性LDL濃度の関係

細胞外基質成分への結合性を示すが由に動脈硬化症の危険因子とされているLp(a)は、血中のLp(a)濃度依存性にコラーゲン結合性Lp(a)として検出される。即ち、血中に存在するLp(a)はすべて細胞外基質成分への結合特性を有することが示唆される(図3a)。Cushnagらはアポ蛋白(a)が細胞外基質蛋白と結合しやすい可能性を示唆している(Arteriosclerosis, 9: 593, 1989)。LDLではその一部が細胞外基質成分への結合性を示すにすぎず(図3b)、血中のLD

22

L総量から細胞外基質成分結合性のリポ蛋白量を推定することはできない。しかし、血中のLDL/フィブリノーゲン複合体濃度とコラーゲン結合性LDL濃度の相関性は(図3c)のごとく良好であることから、LDL/フィブリノーゲン複合体とコラーゲン結合性LDLは同一物質である可能性が示唆される。従って、LDLが細胞外基質蛋白と結合性を示すのはLDLに結合しているフィブリノーゲン関連蛋白に依存している可能性が示唆される。つまり、血中LDL中にLp(a)と同様の細胞外基質成分結合性のリポ蛋白(動脈硬化症惹起性リポ蛋白)が存在する。

【0082】(E-8) 健康者血清中のLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度の分布 健康者血清中のLDL-フィブリノーゲン関連物質の濃度は図4の如くである。

【0083】(E-9) 健康者、糖尿病患者およびマルチプルリスクファクター症候群患者血清中のLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度

図5に示すごとく糖尿病患者およびマルチプルリスクファクター症候群患者血清中のLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度は健康者に比べて有意に高値であった。

【図面の簡単な説明】

【図1】血中脂質濃度が異なる3群間におけるLDLもしくは変性LDLと急性相反応蛋白(A)、凝固・線溶系蛋白(B)、殺菌蛋白(C)との複合体濃度の比較を図示したものである。

【図2】LDL画分中に存在するLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体、LDL-フィブロネクチン複合体およびコラーゲン結合性リポ蛋白を示したものである。

【図3】血中Lp(a)濃度と細胞外基質蛋白(コラーゲン)結合性Lp(a)濃度の関係、血中LDL-コレステロール濃度と動脈硬化性病変に関わる新規なリポ蛋白濃度、および、LDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度とコラーゲン結合性LDL濃度の関係を示したものである。

【図4】健康者血清中のLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度の分布を示したものである。

【図5】健康者、糖尿病患者およびマルチプルリスクファクター症候群患者血清中のLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体濃度の比較を示したものである。

(13)

特開2001-91517

【図1】

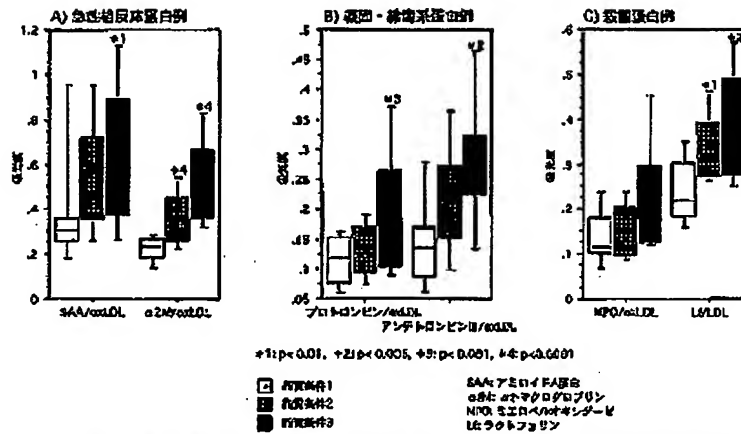
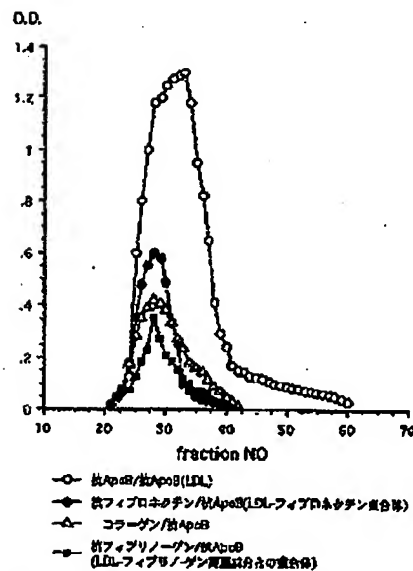


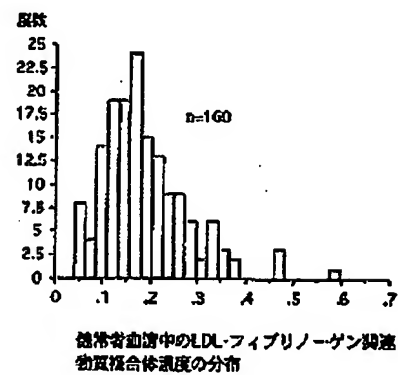
図1 血中脂質濃度が異なる3群間におけるLDLもしくは中性LDLと急性相反応蛋白(A)、凝固・線溶系蛋白(B)、殺菌蛋白(C)との複合体濃度の比較

【図2】



ヒト血清LDL画分中に存在するLDL-フィブリノゲン関連成分との複合体、LDL-フィブリノゲン複合体およびコラーゲン結合性リポ蛋白

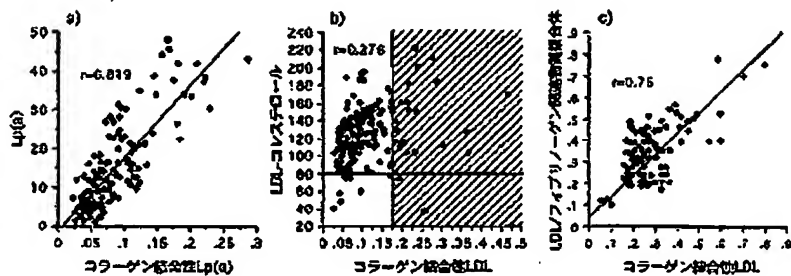
【図4】



(14)

特開2001-91517

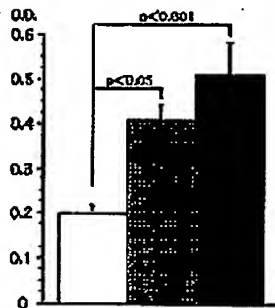
【図3】



Williamsら (Arterioscler, Thromb, 15: 551, 1995) による新たな動脈硬化発症機序仮説 (血管内皮下の脂質沈着を主要とする機序仮説) では、血中LDLコレステロール濃度が80mg/d以上になれば血管内皮下に脂質沈着が生ずることを示唆しているが、本発明者は血中にLp(a)と同様に動脈硬化性疾患に関与する新因子としてLDL-フィブリノーゲン関連物質との複合体を含む細胞外基質成分結合性リポ蛋白 (コラーゲン結合性LDLなど) が存在することが、血管内皮下における脂質沈着発生に重要な役割を果たしていることを見出した。(図2b中、斜線部分に示す血管が動脈硬化性疾患に関与する新因子が蓄積している)

血中Lp(a)濃度と細胞外基質蛋白 (コラーゲン) 結合性Lp(a)濃度の関係、血中LDL-コレステロール濃度と動脈硬化性疾患に関与する新因子としてLDL-フィブリノーゲン関連物質との複合体濃度とコラーゲン結合性LDL濃度の関係

【図5】



□ 健康者
▨ 糖尿病患者
■ マルチプルリスクファクター症患者

健康者、糖尿病患者、マルチプルリスクファクター症患者におけるLDL-フィブリノーゲン関連物質複合体量の比較

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | 識別記号 | FI | 1-コード (参考) |
|---------------|------|------------|------------|
| C12N 15/02 | | G01N 33/53 | L |
| G01N 33/53 | | 33/577 | B |
| | | 33/68 | |
| | | C12P 21/08 | |
| | | C12N 15/09 | A |
| // C12P 21/08 | | | C |

(15)

特開2001-91517

F ターム (参考) 2G045 AA13 AA25 CA26 DA64 DA80
FA11 FA29 FB03 FB11 GC10
4B024 AA11 BA53 GA03 HA15
4B064 AG27 CA10 CA20 CC24 DA13
4H045 AA10 BA10 BA40 CA42 DA65
DA76 DA86 EA50 FA72 HA07